

修士論文概要書

2011 年 2 月提出

| | | | | | |
|---------------|-------------------------------|------|------------------|----------------|-----------|
| 専攻名 (専門分野) | 情報理工学専攻 | 氏 名 | 橋本 穂弘 | 指 導 教 員 | 小松 尚久教授 印 |
| 研究指導名 | 情報ネットワーク システム研究 | 学籍番号 | CD 5109B071-1 | | |
| 研 究 題 目 | システム運用管理のための仮想マシン割り当て手法に関する研究 | | | | |

1. 研究の背景と目的

近年のインターネットの普及に伴い、IT システムは以前より大きく変化しており、今では我々の生活を支えるものとなっている。しかし、IT システムが大規模・複雑化してきたため、運用者がITシステムを正確に把握する事が困難となっている。現在のデータセンタでは、大量のサーバ上に複数の仮想マシンが動作しており、専門家でも全体のシステム構成を把握することは難しい。

従来のデータセンタの運用管理体系は、仮想マシンをサーバに割り当てる際、割り当て先のサーバをランダムで選定していた。しかし、割り当て先のサーバをランダムで選定すると、所々高負荷のサーバが出てしまい、その結果ユーザに提供するサービスに遅延が生じてしまう可能性がある。また、サーバ台数が冗長的になってしまうため、データセンタ全体の消費電力や運用管理コストが増大してしまう、という問題がある。このため、各仮想マシンをサーバに割り当てる際は、消費電力や業務の構成を考慮し、サービス品質(QoS)を保証しつつ、消費電力やコストを抑えるような運用を行う必要がある。

そこで本研究では、サービス全体の信頼性及びITシステムにおける運用管理コストを考慮した仮想マシンの割り当て手法を提案する。

2. 各企業のシステム運用に関する調査

2.1 対象サーバの収集情報

サーバを集約する手法を考える前に、ITシステムに関する情報を収集し整理する必要がある。収集すべき情報は、サーバの配置やシステム構成などの静的情報や、CPU使用率やメモリ利用率などの動的情報に分けることができる。本研究では静的情報の中でも「物理サーバ1台に集約されている仮想マシンの個数」と「ITシステムの運用規模」に着目し、実際の企業の事例を紹介した。

2.2 サーバ1台に集約させる仮想マシンの個数の調査

3つの企業のケースについて調査を行った。Case1の湘南短期大学では、物理サーバ1台に集約させる仮想マシンの数は5～6台、Case2のウィルホールディングスでは4～5台、Case3の日本通信機株式会社では3～4台であった。以上の点を考慮して、本研究では物理サーバ1台に集約させる仮想マシンの数を5台とした。

2.3 ITシステムの運用規模の調査

ITシステムの運用規模がどのように区分けされているのか調査を行った。日立情報システムズとNECの事例をまとめた結果を表1に示す。また、規模ごとのデータセンタ数についてまとめたグラフを図1に示す。

表1. ITシステムの規模と稼働サーバ台数の関係

| ITシステムの規模 | 小規模 | 中規模 | 大規模 |
|-----------|-------|--------|--------|
| サーバ台数 | 1～10台 | 10～50台 | 50～数百台 |

規模ごとのデータセンタ数 (出典: IDC 2006)

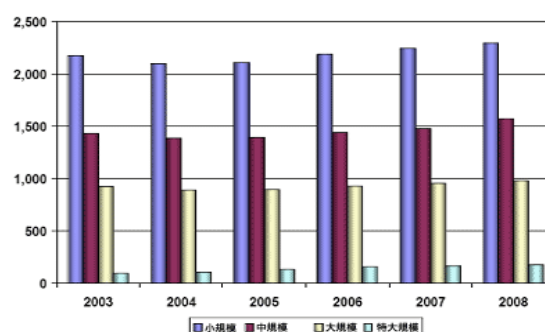


図1. 規模ごとのデータセンタ数

データセンタの規模は未だ小規模及び中規模のサイズが主流であり、全体の70%以上を占める。そこで本研究では小規模のITシステムに着目し、提案手法で稼働させるサーバ台数を5～10台とする。サーバ台数が1台からではなく5台からの理由は、サーバ台数が1～4台の場合は割り当てられる仮想マシンの数が少ないため、既存手法と提案手法の違いが表れにくいためである。

3. サーバの仮想化技術

サーバの仮想化技術として、「スケールアウト」と「スケールアップ」の2つの手法がある。

3.1 スケールアウト

スケールアウトとはサーバ台数を増やすことで、システム全体のパフォーマンスを向上させる手法である。この手法のメリットは、メンテナンスや障害発生時にもサービスを完全に停止させる必要がない点である。一方デメリットは、管理の手間が増大し、コストが上がる可能性のある点である。

3.2 スケールアップ

スケールアップとは既存のサーバの機能を強化してパフォーマンスを向上させる手法である。この手法のメリットは、1台のサーバでサービスを提供するため、低コストで済む点である。一方、デメリットは、スケールアップを行う際に一旦サーバを停止しないといけない点である。

3.3 2つの仮想化技術の比較

以上2通りの仮想化技術の性質から、スケールアウトとスケールアップは相反する性質を持っていることがわかる。そのため、システム毎に2つの仮想化技術を使い分ける事が望ましい。

WebサーバとAPサーバは負荷分散をさせる必要があるため各サーバに分散させる。一方、DBサーバは分散させるとコストが増大するため、コスト面からは1つのサーバに集約させることが望ましい。そこで本研究では仮想マシンのWebサーバ及びAPサーバ

においては分散配置し、仮想マシンのDBサーバにおいては集約化するような割り当てアルゴリズムを提案する。

4. 仮想マシンの割り当てアルゴリズム

4.1 既存手法

4.1.1 アトランダム方式

後述のラウンドロビン方式や提案手法に比べて、実装が容易な割り当て手法である。各仮想マシンを割り当てるサーバを毎回無作為に選定する。この手法は「割り当てが容易」、「専門知識が不要」といったメリットがある一方、「サーバの負荷が平準化されない」「データセンタ全体の信頼度が低い」といったデメリットが挙げられる。

4.1.2 ラウンドロビン方式

各サーバに割り当てられる仮想マシンの数が均等になるように割り当てを行う手法である。この手法は「負荷分散される」、「負荷分散のコストが不要」といったメリットがある一方、「データセンタ全体の信頼度が低い」、「障害に弱い」、「更新作業に時間がかかる」、「均等に負荷分散されるとは限らない」といったデメリットが挙げられる。

4.2 提案手法

仮想マシンのサーバの種類に着目し、DBサーバの場合には同じサーバに、WebサーバとAPサーバの場合は異なるサーバに割り当てる手法である。この手法は「データセンタ全体の信頼度が高い」、「ライセンスコストの削減」といったメリットがある一方、「サーバの負荷が平準化されない」「サーバ台数が冗長的」といったデメリットが挙げられる。

4.3 割り当てアルゴリズムで使用するパラメータ

本研究で使用するパラメータを以下に示す。

- 稼働サーバ台数 N
- 物理サーバの信頼度 r_p ($0 < r_p < 1$)
- 仮想マシンの種類 3種類 (Web/AP/DB サーバ)
- Webサーバの個数 M_{web}
- APサーバの個数 M_{ap}
- DBサーバの個数 M_{db}
- 仮想マシンの個数 M
- Webサーバが割り当てられた物理サーバ台数 N_{web}
- APサーバが割り当てられた物理サーバ台数 N_{ap}
- DBサーバが割り当てられた物理サーバ台数 N_{db}
- サーバ1台あたりのコスト sv_{cost}
- 管理コスト m_{cost}

4.4 信頼度の算出方法

Webサーバの信頼度 r_{web} 、APサーバの信頼度 r_{ap} 、DBサーバの信頼度 r_{db} はそれぞれ式(1)~式(3)で求められる。

$$r_{web} = \{1 - (\text{全てのWebサーバが故障する確率})\} \times 100 \\ = \{1 - (1 - r_p)^{N_{web}}\} \times 100 \quad (1)$$

$$r_{ap} = \{1 - (\text{全てのAPサーバが故障する確率})\} \times 100 \\ = \{1 - (1 - r_p)^{N_{ap}}\} \times 100 \quad (2)$$

$$r_{db} = \{(\text{サーバの信頼度}^{N_{db}})\} \times 100 \\ = \{(r_p)^{N_{db}}\} \times 100 \quad (3)$$

4.5 評価関数の定義

信頼度評価関数を式(4)、コスト関数を式(5)に示す。信

頼度評価関数は3種類の仮想マシンの信頼度を平均化したものであり、コスト関数はサーバのランニングコストと管理コストを足し合わせたものとなっている。

$$f_1 = (\text{各サーバの信頼度の平均})$$

$$= (r_{web} + r_{ap} + r_{db}) \div 3 \quad (4)$$

$$f_2 = (\text{サーバ全体のコスト}) + (\text{管理コスト})$$

$$= (sv_{cost} \times N) + (m_{cost} \times N_{db}) \quad (5)$$

5. 提案手法の検証

5.1 実験諸元

各パラメータを以下の値に設定した時の仮想マシンの割り当て手法の評価を行う。

$$N = 7 \sim 10, r_p = 0.9, M_{web} = 12, M_{ap} = 10, M_{db} = 12,$$

$$M = 34, sv_{cost} = 1000, m_{cost} = 200$$

5.2 実験結果及び考察

各割り当て手法の信頼度評価関数の値を比較したものを図2.、コスト関数の値を比較したものを図3.に示す。

信頼度評価関数においてはどのサーバ台数の場合においても、提案手法が最も良い結果が得られた。既存手法では仮想マシンの種類を考慮していないため、サーバ台数を増加した際にDBサーバが、新しく追加したサーバに分散されてしまう可能性がある。その結果、式(3)の N_{db} の値が大きくなり、DBサーバの信頼度及び信頼度評価関数の値が低下してしまう。既存手法の信頼度評価関数の値が安定しないのはこのためである。

コスト関数の場合においても、提案手法が最も良くなった。これはサーバの種類を考慮した割り当てを行う事により、 N_{db} の値を最小限に抑える事ができたため、他の手法に比べてコストを少なくすることが出来たと考えられる。

信頼度評価関数 $f_1(\%)$

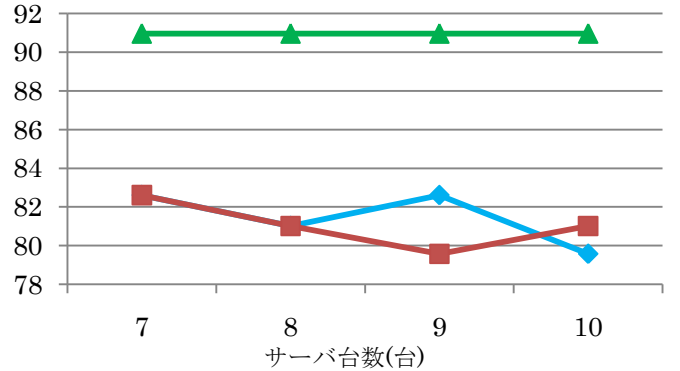


図2. 各サーバ台数に対する信頼度評価関数の比較

コスト関数 f_2

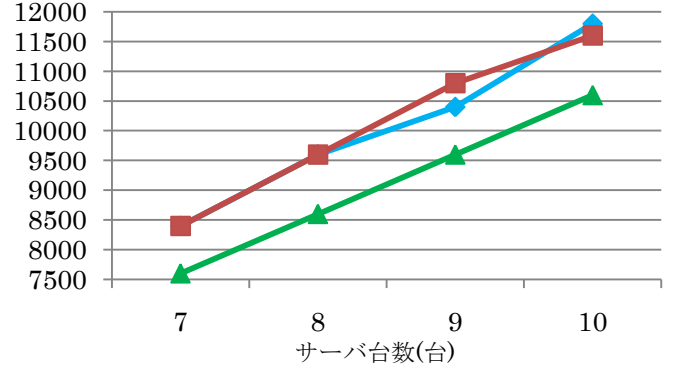


図3. 各サーバ台数に対するコスト関数の比較